

Evaluasi Mutu Kimia dan Organoleptik Mi Kering Bebas Gluten dari Tepung Komposit Jagung-Singkong selama Penyimpanan

(Evaluation of Chemical and Organoleptic Qualities of Gluten-Free Dry Noodle Made from Maize and Cassava Flours during Storage)

Rima Kumalasari^{1*}, Dewi Desnilasari¹, Sharren Pratama Wadhesnoeriba²

(Diterima Mei 2018/Disetujui Agustus 2018)

ABSTRAK

Mi adalah makanan pokok dari beberapa negara di dunia. Umumnya, mi terbuat dari adonan tepung gandum atau tepung dari biji-bijian dan sereal lain. Pengembangan mi dari tepung non-gandum atau mi bebas gluten sudah banyak dilakukan. Salah satu jenis mi yang sering digunakan adalah mi kering. Penelitian tentang mi kering bebas gluten dari tepung komposit jagung-singkong telah berhasil dilakukan pada penelitian sebelumnya. Stabilitas mutu produk sangat penting untuk dikaji, terutama untuk merancang kondisi penyimpanan produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu produk mi jagung-singkong kering selama penyimpanan dan mendapatkan rekomendasi suhu penyimpanan mi jagung-singkong kering. Produk disimpan pada empat suhu, yaitu 8, 28, 38, dan 48°C. Suhu 8°C digunakan sebagai suhu kontrol. Produk disimpan selama 8 minggu dan stabilitas mutu (kadar air, asam lemak bebas, dan organoleptik, yang meliputi: warna, aroma, serta rasa) produk diamati setiap minggunya. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan mutu mi jagung-singkong kering selama 8 minggu penyimpanan. Mi jagung-singkong kering mengalami peningkatan asam lemak bebas (0,029–0,038%), penurunan kadar air (0,05–0,23%), dan tingkat penerimaan panelis terhadap warna, rasa, dan aroma. Perbedaan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata pada perubahan asam lemak bebas, nilai sensoris warna, rasa, dan aroma, tetapi berpengaruh nyata pada penurunan kadar air. Kisaran suhu yang direkomendasikan untuk penyimpanan mi jagung-singkong kering adalah 28–38°C.

Kata kunci: evaluasi mutu, mi kering, penyimpanan, tepung jagung-singkong

ABSTRACT

Noodles are the staple foods for some countries in the world. Generally, noodles are made from whole wheat or flour from other grains and cereals. Development of noodles from non-wheat flour or gluten-free noodles has been conducted. One type of noodles that is often used is dry noodle. Research on gluten-free dried noodles made from maize and cassava composite flours has been done. The stability of product quality is very important to be studied, especially for designing product storage conditions. This study aims to evaluate the quality of maize-cassava dry noodle products during storage and to obtain the recommended storage temperature of dry maize-cassava noodles. The product is stored at four temperatures, i.e. 8, 28, 38, and 48°C. The temperature at 8°C was used as the control temperature. The products were stored for 8 weeks and the stability of quality parameters (moisture content, free fatty acid, and organoleptic including color, flavor, and taste) of the products were observed weekly. The result showed that there was a change of quality of dried maize-cassava noodle for 8 weeks of storage. Dry maize-cassava noodle had increased free fatty acids (0.029–0.038%), decreased moisture content (0.05–0.23%), and panelist acceptance levels of color, flavor, and aroma. Differences in storage temperature had no significant effect on free fatty acid change, sensory values of color, taste, and aroma, but had a significant effect on the decreased water content. The range of temperature recommended for storage of dried noodles of corn-cassava was 28–38°C.

Keywords: dry noodle, maize-cassava flour, quality evaluation, storage

PENDAHULUAN

Di beberapa negara termasuk Indonesia, mi sudah menjadi makanan pokok. Mi instan adalah salah satu mi yang paling populer di Indonesia. Pada tahun 2016, nilai konsumsi nasional mi instan di Indonesia mencapai 13,2 miliar bungkus (rata-rata 51 bungkus/

orang/tahun), yang mengalami penurunan sekitar 12,68% dibandingkan tahun 2013 (WINA 2017). Meskipun mengalami penurunan, Indonesia tetap menjadi negara konsumen mi instan terbesar kedua di dunia setelah China.

Umumnya, mi terbuat dari tepung terigu yang berasal dari biji gandum. Gandum merupakan komoditas impor karena Indonesia tidak dapat memproduksi gandum yang merupakan tanaman sub-tropik. Ketergantungan Indonesia pada impor gandum sangat tinggi. Indonesia merupakan konsumen gandum peringkat dua di dunia, dengan nilai impor gandum pada tahun 2016 mencapai 9,79 juta ton atau meningkat sebesar 44,61% dari tahun sebelumnya

¹ Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. KS. Tubun No.5 Subang Jawa Barat 41213

² Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudi No. 193 Bandung

* Penulis Korespondensi:

Email: rima.kumalasari@gmail.com

dengan nilai impor gandum sebesar 6,77 juta ton (BPS 2017). Gandum yang diolah menjadi tepung terigu telah mengurangi peranan usaha dan produksi tepung-tepungan lokal Indonesia seperti tapioka, sagu, dan sebagainya. Tepung terigu biasanya dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan roti, biskuit, pasta, *bakery*, dan mi (APTINDO 2012).

Impor terigu dapat dikurangi dengan melakukan pengembangan produk dari tepung lokal, seperti dari umbi-umbian dan sereal, seperti jagung dan singkong. Pemanfaatan jagung dan singkong sebagai bahan substitusi terigu sudah banyak diteliti sebelumnya, antara lain untuk produk roti (Asghar & Zia 2016), produk mi (Ekafitri *et al.* 2012; Kumalasari *et al.* 2013; Darmajana *et al.* 2016), dan produk biskuit (Widyastuti *et al.* 2015).

Menurut Ekafitri *et al.* (2011) tepung jagung dapat dimanfaatkan menjadi produk mi, karena mengandung protein, karbohidrat, dan abu yang hampir setara dengan tepung gandum dan tepung beras. Tepung jagung mengandung air 4,11%; abu 0,94%; lemak 8,58%; protein 11,58%; karbohidrat 77,03% (Darmajana *et al.* 2016), pati sebesar 60,07%; amilosa 22,88%; dan amilopektin 37,19% (Ekafitri *et al.* 2011). Keunggulan lain yang dimiliki tepung jagung adalah mengandung pewarna alami yang berasal dari senyawa β -karoten, lutein, dan zeaxanthin (Juniawati 2003). Selain itu, tepung singkong mengandung air 12,06%; abu 0,71%; lemak 0,68%; protein 2,14%; serat 2,63%; dan karbohidrat 81,78% (Ratnaningsih *et al.* 2010).

Mi yang terbuat dari tepung non-gandum/terigu disebut juga mi bebas gluten, karena umumnya tepung non-terigu tidak atau sedikit mengandung gluten. Gluten adalah protein yang terkandung dalam biji gandum yang menyebabkan adonan menjadi plastis, elastis, dan kenyal. Gluten berperan dalam pembentukan untaian mi yang elastis dan tidak mudah putus. Penelitian tentang pemanfaatan bahan baku lokal seperti umbi-umbian dan sereal sebagai bahan baku tepung pengganti terigu sudah banyak dilakukan sebelumnya. Agustia *et al.* (2016) menunjukkan bahwa mi dari pati sagu yang disubstitusi dengan kacang-kacangan menghasilkan proporsi terbaik 70:30. Afifah & Ratnawati (2017) melaporkan tepung mocaf, beras, dan jagung dengan proporsi 40:30:30 menghasilkan mi dengan kandungan protein dan tekstur terbaik, tetapi kualitas pemasakannya masih kurang. Pembuatan mi menggunakan komposit tepung singkong dan tepung jagung pernah dilakukan oleh Pato *et al.* (2016) dengan proporsi terbaik 55:45.

Tidak adanya gluten pada tepung non-terigu menyebabkan mi yang dihasilkan menjadi rapuh dan mudah putus. Menurut Ekafitri *et al.* (2012) pencampuran beberapa tepung yang memiliki karakteristik yang berbeda bertujuan untuk menghasilkan tekstur mi dengan reologi yang baik (kelengketan, kekerasan, dan elastisitas). Keseimbangan kandungan amilosa dan amilopektin dalam tepung non-terigu berpengaruh pada tekstur mi yang dihasilkan. Amilosa berperan untuk mengurangi kelengketan mi dan meningkatkan kekerasan mi, sedangkan amilopektin berperan untuk

meningkatkan elastisitas mi dan sebagai bahan pengikat komponen tepung. Tepung jagung mengandung amilosa 22,88% dan amilopektin 37,19% (Ekafitri *et al.* 2011), sedangkan dari hasil penelitian pendahuluan tepung singkong yang digunakan dalam penelitian ini mengandung 81,97% amilopektin dan 18,03% amilosa. Penggunaan tepung komposit jagung-singkong dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan profil pati antara amilosa dan amilopektin yang mendekati profil pati terigu sehingga dapat meningkatkan sifat fisik (reologi) mi yang dihasilkan. Profil pati tepung terigu memiliki komposisi amilosa 10,23% dan amilopektin 89,77% (Imaningsih 2012).

Pada penelitian ini digunakan tepung komposit dengan perbandingan tepung jagung dan singkong 70:30. Selain menggunakan tepung komposit, proses pembuatan mi dalam penelitian ini menggunakan metode ekstrusi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas mi yang dihasilkan. Teknik ekstrusi, yaitu proses pemadatan, pemanasan, pemasakan, dan pembentukan untaian mi terjadi dalam satu alat ekstruder.

Mi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah jenis mi kering. Proses pengeringan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan mi bebas gluten yang dibuat dari tepung komposit jagung-singkong. Pada proses pengeringan terjadi pengurangan kadar air bahan sehingga produk menjadi lebih awet. Tetapi, produk pangan kering juga akan mengalami penurunan mutu dan mudah rusak selama penyimpanan dan distribusi. Kerusakan makanan kering dapat terjadi jika ada peningkatan suhu dan kelembapan ruangan penyimpanan dan selama distribusi. Suhu ekstrem dapat menyebabkan kerusakan makanan, seperti oksidasi asam lemak yang menyebabkan makanan menjadi tengik. Menurut Palupi *et al.* (2010), mi kering berbahan baku tepung jagung sangat berisiko mengalami kerusakan akibat suhu ekstrem karena kandungan minyak yang terdapat dalam biji jagung akan terhidrolisis.

Mi kering jagung-singkong adalah produk pangan kering. Produk pangan kering biasanya memiliki kadar air dan aktivitas air yang rendah (Kusnandar *et al.* 2010). Meskipun mempunyai kadar air yang rendah, produk kering tetap mengalami penurunan kualitas selama penyimpanan. Kerusakan produk selama penyimpanan biasanya disebabkan oleh penyerapan air dan udara yang melewati kemasan. Air yang masuk ke dalam kemasan akan terserap oleh produk sehingga menyebabkan perubahan tekstur (Labuza 1982 dalam Kusnandar *et al.* 2010). Selain itu, oksigen yang terdapat dalam kemasan juga dapat bereaksi dengan lemak yang terkandung dalam bahan sehingga menyebabkan ketengikan. Menurut Kusnandar *et al.* (2010) kemasan produk seperti plastik belum mampu menghambat migrasi uap air dan oksigen dari udara, sehingga menyebabkan kerusakan pada produk pangan.

Stabilitas mutu produk pangan selama penyimpanan dan distribusi sangat penting untuk dikaji,

terutama untuk produk baru seperti mi jagung-singkong kering. Informasi tentang stabilitas mutu produk sebelum dipasarkan sangat penting, terutama untuk merancang kondisi penyimpanan produk.

Tujuan penelitian ini adalah 1) Mengevaluasi perubahan mutu mi kering dari tepung jagung-singkong selama penyimpanan dan 2) Mendapatkan rekomendasi suhu penyimpanan produk mi jagung-singkong kering.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan baku utama jagung jenis *Hybrida Pioneer 21* dengan umur panen 8 bulan, singkong varietas manggu dari pasar tradisional di Subang, air, dan garam. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis asam lemak bebas adalah alkohol netral, Phenolphthalein (PP), dan larutan NaOH 0,1 N. Alat adalah tempat/wadah, *vertical mixer*, panci pengukusan, dan mesin ekstruder. Alat untuk analisis kimia, yaitu labu erlenmeyer, buret 25 mL, labu ukur 500 mL, pipet volume 10 dan 25 mL, neraca analitik, bunsen, gelas ukur 100 mL, labu kjeldhal, labu ukur 100 mL, destilator, tangkrus, oven dengan suhu 105°C, desikator, tabung reaksi, dan cawan.

Metode Penelitian

Penelitian berlangsung selama periode Juli–Oktober 2014. Penelitian terdiri atas dua tahap, yaitu 1) Proses pembuatan mi jagung-singkong kering dan 2) Penyimpanan produk mi jagung-singkong kering menggunakan metode Labuza & Riboh (1982) dalam Elisabeth & Setijorini (2016) untuk produk kering. Penelitian ini menggunakan faktor tunggal, yaitu suhu penyimpanan dengan empat taraf, yaitu 8, 28, 38, dan 48°C. Produk disimpan pada keempat suhu selama 8 minggu dan suhu 8°C sebagai suhu kontrol, selanjutnya stabilitas produk mi jagung-singkong kering diamati setiap minggunya. Pengamatan dilakukan pada perubahan kadar air (metode Gravimetri, AOAC 2005), asam lemak bebas (metode Titration Angka Asam, AOAC 2005), dan perubahan organoleptik yang meliputi warna, rasa, dan aroma tengik (Krisstiana 2014).

Prosedur Pembuatan Mi Jagung-Singkong Kering

Bahan baku utama pembuatan mi kering adalah komposit tepung jagung dan tepung singkong dengan perbandingan 70:30, air, dan garam. Setelah penimbangan bahan baku kemudian dilakukan pencampuran menggunakan alat *mixer* selama ± 6 menit. Proses selanjutnya adalah pengukusan yang dilakukan selama 30 menit dengan suhu 90°C. Kemudian proses pemadatan adonan dan pencetakan menggunakan alat ekstruder. Kondisi proses ekstruder, adalah kecepatan ulir ekstruder 37 rpm, panjang ulir 80 cm dengan 28 lubang cetakan lubang (*die*) berukuran 0,6 mm. Selanjutnya, mi jagung-singkong dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 4 jam kemudian

dikeringkan dalam keadaan tertutup dengan menggunakan pengering *infrared* dengan suhu 40°C selama 1 jam. Mi jagung-singkong yang telah kering kemudian dikemas dengan menggunakan plastik polipropilen dan plastik *paper* metal sebanyak 72 kemasan per 200 g, kemudian disimpan pada suhu ruang 28, 38, 48°C, dan suhu refrigerator (8°C) sebagai suhu kontrol selama 8 minggu.

Prosedur Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Metode Titration Angka Asam (AOAC 2005)

Sampel bahan yang akan dianalisis ditimbang sebanyak 10 g dalam labu erlenmeyer kemudian ditambahkan alkohol netral yang telah dipanaskan sebanyak 50 mL. Selanjutnya, ditambahkan indikator phenolphthalein. Sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik. Kadar asam lemak bebas (ALB) ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ ALB} = \frac{(\text{mL NaOH} \times N \times \text{bobot molekul asam lemak})}{(\text{bobot sampel}) \times 1000} \times 100\%$$

Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC 2005)

Sampel ditimbang sebanyak 1–2 g, kemudian dimasukkan ke dalam wadah. Wadah dipanaskan dalam pengering dengan temperatur 102–105°C selama 3 jam, lalu wadah didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobotnya. Pemanasan dan penimbangan diulangi setiap jam sampai mencapai bobot konstan. Kadar air (%bb) ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\% bb)} = \frac{(B + C) - A}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Bobot wadah dan bobot sampel konstan (g)

B : Bobot wadah (g)

C : Bobot sampel awal (g)

Prosedur Uji Organoleptik (Krisstiana 2014)

Pengamatan perubahan atribut mutu organoleptik (warna, rasa, dan aroma tengik) pada mi kering jagung-singkong setelah rehidrasi (mi matang). Sampel yang telah disimpan pada masing-masing suhu, setiap minggu diamati perubahan atribut mutunya sampai 8 minggu penyimpanan. Sampel direhidrasi dan selanjutnya disajikan kepada panelis untuk dinilai. Peneliti yang digunakan adalah 30 orang panelis semi terlatih, yaitu panelis yang sudah memiliki pengalaman dan pengetahuan untuk melakukan uji organoleptik, tetapi belum mengikuti/lulus seleksi pembentukan panelis standar/terlatih.

Uji skoring digunakan untuk mendeteksi adanya aroma tengik dengan 7 skala, yaitu: 7 = amat sangat tengik, 6 = sangat tengik, 5 = tengik, 4 = netral, 3 = tidak tengik, 2 = sangat tidak tengik, dan 1 = amat sangat tidak tengik. Pengujian atribut rasa dan warna menggunakan metode uji hedonik dengan 7 skala, yaitu: 7 = amat sangat suka, 6 = sangat suka, 5 = suka, 4 =

netral, 3 = tidak suka, 2 = sangat tidak suka, dan 1 = amat sangat tidak suka.

Analisis Data

Perlakuan adalah suhu penyimpanan dengan 4 taraf, yaitu 8, 28, 38, dan 48°C. Sampel disimpan selama 8 minggu, jadi jumlah sampel yang diamati adalah 24 sampel. Penelitian ini menggunakan *Analysis of Varian* untuk menganalisis data yang terkumpul, dan akan dilanjutkan menggunakan uji Duncan (SPSS 24) disajikan dalam bentuk gambar. Perhitungan laju penurunan mutu produk menggunakan rumus model Arrhenius (Riyanto *et al.* 2012). Data yang diperoleh dilakukan analisis regresi linear sederhana, untuk mengetahui hubungan antara variabel yang diukur dan lama penyimpanan. Hasil regresi linear disajikan dalam tabel, selanjutnya akan dibahas secara deskriptif. Persamaan regresi linearnya:

$$y = a + bx$$

Keterangan:

y : Nilai variabel yang diukur

a : Nilai variabel yang diukur pada saat mulai disimpan

b : Laju kerusakan (k)

x : Waktu simpan (hari)

Selanjutnya, sebelum diterapkan dalam rumus Arrhenius, maka nilai k yang diperoleh dari persamaan regresi dimasukkan ke dalam rumus sehingga didapatkan laju penurunan mutu:

$$k = k_0 \times e^{-E/RT}$$

Keterangan:

k : Konstanta penurunan mutu

k_0 : Konstanta (tidak bergantung pada suhu)

E : Energi aktivasi

T : Suhu mutlak (C+273)

R : Konstanta gas (1,986 kal/mol)

Nilai perubahan pada peningkatan suhu 10°C menggunakan Model Q_{10} dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{10} = \frac{\text{Laju penurunan mutu pada suhu } (T+10)}{\text{Laju penurunan mutu pada suhu } T} = \frac{ts(T+10)}{ts(T)}$$

Keterangan:

T : Suhu penyimpanan dalam °C

ts(T) : Masa kedaluwarsa jika disimpan pada suhu T

ts(T+10): Masa kedaluwarsa jika disimpan pada suhu T+10

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) selama Penyimpanan

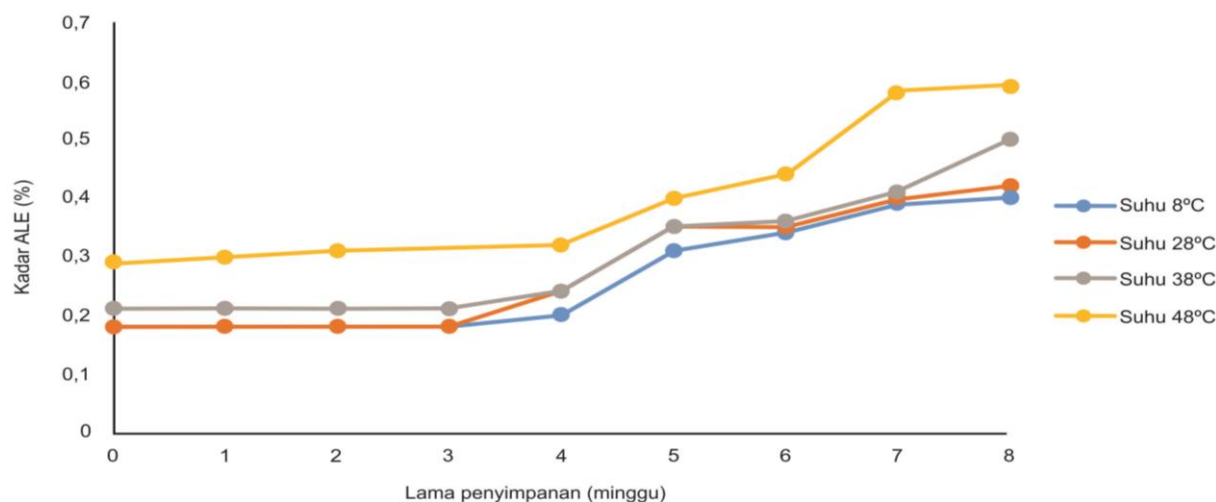
Menurut Yoon *et al.* (2017) ketengikan produk makanan terutama yang mengandung lemak tinggi disebabkan oleh oksidasi lemak. Asam lemak bebas (ALB) adalah suatu asam yang dihasilkan dari proses hidrolisis dan oksidasi lemak. Peningkatan asam lemak bebas dalam produk pangan menjadi salah satu indikasi telah terjadi ketengikan.

ALB mi kering jagung-singkong setelah 8 minggu penyimpanan berkisar 0,28–0,39%. Perbedaan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) pada

Tabel 1 Hasil uji Anova mutu kimia dan sensoris produk mi jagung-singkong kering selama penyimpanan

Suhu (°C)	Mutu kimia		Mutu sensoris		
	ALB (%)	Kadar air (%)	Rasa	Aroma	Warna
8	0,28 a ± 0,103	12,47 a ± 0,647	4,56 a ± 0,148	4,63 a ± 0,907	4,64 a ± 0,175
28	0,28 a ± 0,103	11,41 b ± 0,387	4,57 a ± 0,158	4,67 a ± 0,996	4,65 a ± 0,177
38	0,30 a ± 0,108	11,52 b ± 0,127	4,56 a ± 0,162	4,68 a ± 0,991	4,63 a ± 0,194
48	0,39 a ± 0,110	10,75 c ± 0,501	4,51 a ± 0,171	4,72 a ± 0,109	4,62 a ± 0,208

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji Duncan).



Gambar 1 Grafik perubahan kadar asam lemak bebas mi jagung-singkong kering selama penyimpanan.

perubahan ALB mi jagung-singkong kering selama penyimpanan (Tabel 1), tetapi cenderung meningkat (Gambar 1). Peningkatan jumlah ALB mulai terjadi pada minggu keempat dengan nilai peningkatan berkisar 0,029–0,038%. Peningkatan ALB mi jagung-singkong kering terjadi pada setiap suhu penyimpanan, tetapi pada suhu ekstrem perubahan tersebut lebih cepat terjadi dibandingkan jika disimpan pada suhu rendah dan suhu ruang (Gambar 2). Seperti penelitian sebelumnya (Yoon *et al.* 2017), nilai bilangan peroksida minuman susu yang disimpan pada suhu 12, 20, dan 30°C mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan. Pada penelitian yang lain (Sugiyono *et al.* 2010), nilai *Thio Barbituric Acid* (TBA) mi hotong instan meningkat dengan peningkatan suhu penyimpanan (35, 45, dan 55°C).

Peningkatan nilai ALB dan laju penurunan mutu mi jagung-singkong kering tertinggi terjadi pada suhu 48°C (Tabel 1). Nilai penurunan mutu tertinggi pada perbedaan suhu sebesar 10°C (Q_{10}) terjadi pada kisaran suhu 38–48°C, yaitu 1,270 (Tabel 2). Hal ini terjadi karena suhu penyimpanan yang terlalu tinggi dapat mempercepat reaksi hidrolisis lemak. Menurut Edwar *et al.* (2011) hidrolisis lemak terjadi karena enzim lipase dapat bekerja secara optimal pada suhu tinggi kurang dari 50°C. Enzim lipase akan merombak

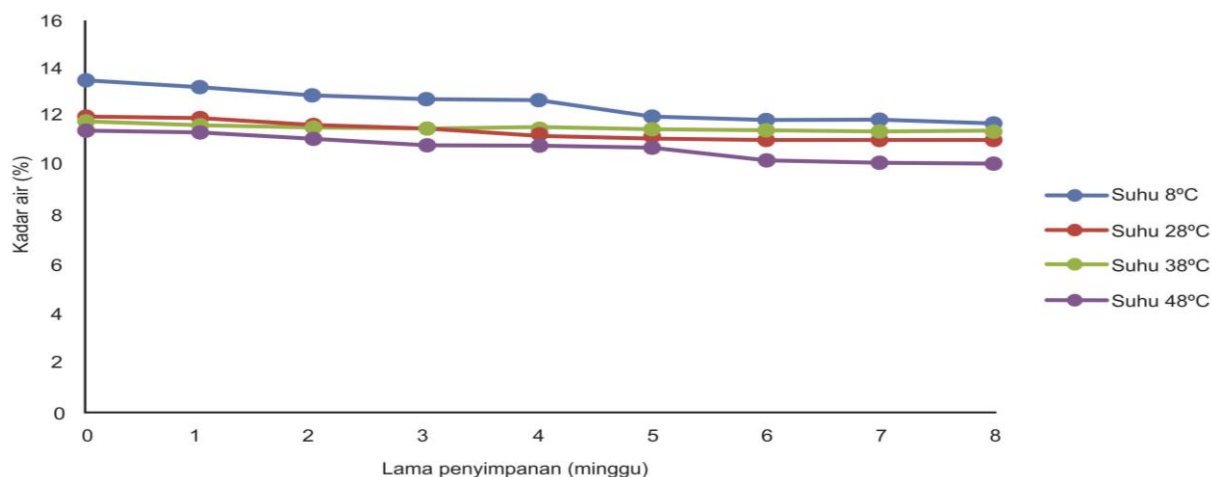
asam lemak menjadi hidrokarbon, aldehid, dan keton yang menyebabkan produk menjadi tengik.

Perubahan Kadar Air selama Penyimpanan

Kadar air memegang peranan penting dalam menentukan masa simpan produk ekstrusi (Gull *et al.* 2016). Nilai kadar air mi jagung-singkong kering selama penyimpanan pada empat suhu yang berbeda berkisar 12,47–10,75% (Tabel 1). Selama penyimpanan 8 minggu kadar air mi jagung-singkong kering mengalami penurunan secara nyata pada semua suhu penyimpanan ($P < 0,05$) dengan nilai penurunan berkisar 0,05–0,23%.

Semakin meningkat suhu penyimpanan maka rata-rata penurunan kadar air pun semakin meningkat. Kadar air mi jagung-singkong kering yang disimpan pada suhu ruang dan suhu tinggi berbeda nyata dari yang disimpan pada suhu kontrol, dan suhu ekstrem 48°C yang paling berbeda nyata dengan ketiga suhu lainnya ($P < 0,05$) (Tabel 1 dan Gambar 2). Berbeda dari hasil penelitian Gull *et al.* (2016), pasta yang disimpan mengalami peningkatan kadar air seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan.

Nilai penurunan kadar air mi jagung singkong pada setiap peningkatan suhu 10°C dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai penurunan mutu produk akibat perbedaan suhu



Gambar 2 Grafik perubahan kadar air mi jagung-singkong kering selama penyimpanan.

Tabel 2 Perhitungan perubahan asam lemak bebas setiap 10°C (Q_{10})

Suhu (°C)	Persamaan regresi	Konstanta (a)	Slope (b)	Laju penurunan mutu (k)	Q_{10}
8	$y = 0,13 + 0,033x$	0,13	0,0331	0,0328	1,106
28	$y = 0,13 + 0,036x$	0,13	0,0355	0,0359	1,017
38	$y = 0,15 + 0,037x$	0,15	0,0367	0,0374	1,270
48	$y = 0,23 + 0,040x$	0,23	0,0398	0,0389	

Tabel 3 Perhitungan perubahan kadar air setiap 10°C (Q_{10})

Suhu (°C)	Persamaan regresi	Konstanta (a)	Slope (b)	Laju penurunan mutu (k)	Q_{10}
8	$y = 13,39 - 0,23x$	13,39	-0,23	0,129	0,99
28	$y = 11,95 - 0,13x$	11,95	-0,13	0,125	0,84
38	$y = 11,69 - 0,04x$	11,69	-0,04	0,104	0,82
48	$y = 11,47 - 0,17x$	11,47	-0,17	0,088	

penyimpanan sebesar 10°C terendah terjadi pada kisaran suhu 38–48°C. Umumnya, jika kadar air produk semakin rendah maka produk menjadi lebih awet. Akan tetapi, dari pengamatan visual pada suhu penyimpanan 38–48°C terjadi retak-retak (*cracking*) pada permukaan mi jagung-singkong kering dan retakan ini menyebabkan mi menjadi patah-patah pada saat direhidrasi. Penurunan kadar air produk dalam penelitian ini diduga karena proses penguapan kadar air produk yang terjadi akibat peningkatan suhu penyimpanan. Selain itu, suhu penyimpanan yang tinggi menyebabkan kelembapan udara di ruang penyimpanan mengalami penurunan. Kelembapan udara yang rendah menyebabkan produk menjadi lebih kering. Kondisi ini yang diduga menyebabkan retak-retak (*cracking*) pada permukaan mi jagung-singkong kering yang disimpan pada suhu tinggi. Menurut Wasono & Yuwono (2014) kelembapan udara akan mencapai kondisi keseimbangan dengan adanya perpindahan uap air dari lingkungan ke produk atau sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kelembapan relatif (RH) lingkungan dan produk, di mana uap air akan berpindah dari kelembapan yang tinggi ke yang lebih rendah. RH berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka tingkat RH semakin rendah yang artinya kemampuan untuk menerima uap air pun semakin rendah (Ansar *et al.* (2006).

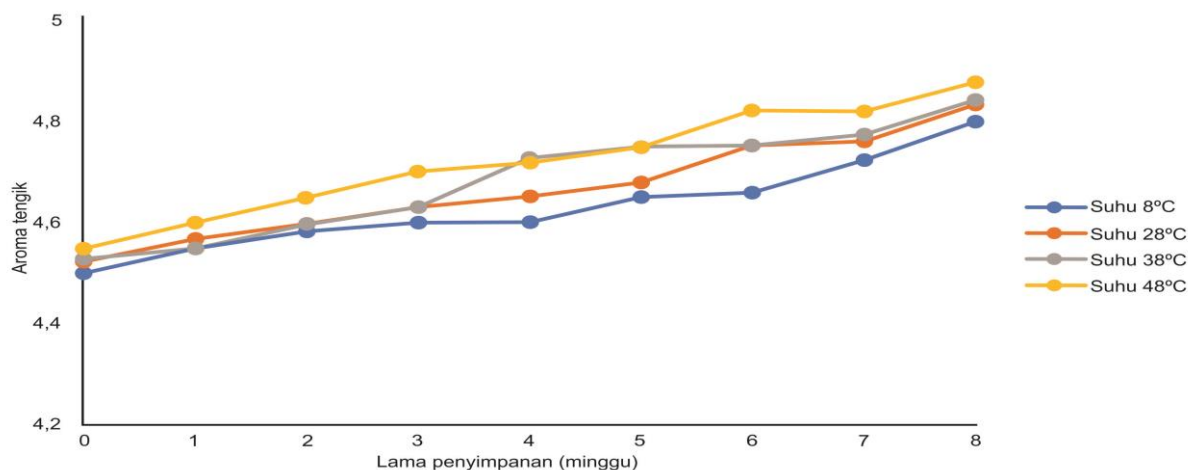
Perubahan Aroma selama Penyimpanan

Indikator yang dapat digunakan dalam mengamati kerusakan mi jagung-singkong kering selama penyimpanan adalah ketengikan. Berdasarkan hasil uji

organoleptik secara skoring, nilai rata-rata aroma tengik mi jagung-singkong kering berkisar 4,50–4,88 (Tabel 1). Perbedaan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) pada perubahan aroma mi kering jagung, tetapi cenderung meningkat (Gambar 3) dengan nilai peningkatan berkisar 0,3–0,35. Peningkatan nilai aroma tengik pada sampel dengan suhu penyimpanan 48°C terlihat lebih tajam dibandingkan dengan sampel pada ketiga suhu penyimpanan lainnya (Gambar 3). Hal ini sesuai dengan pernyataan Palupi (2010) bahwa pada suhu penyimpanan 50°C aroma mi jagung kering aroma lebih cepat turun pada suhu penyimpanan 35°C dan suhu 45°C.

Setelah disimpan selama 8 minggu penilaian panelis atas aroma tengik mi jagung-singkong kering cenderung meningkat dari nilai skor 4,5–4,55 (netral) menjadi 4,80–4,88 (tengik), yang menyebabkan skor panelis terhadap aroma produk menurun setiap minggunya. Sesuai dengan hasil penelitian Yoon *et al.* (2017), penerimaan panelis terhadap aroma produk susu mengalami penurunan selama 8 minggu penyimpanan. Hasil ini didukung juga dari penelitian Sugiyono *et al.* (2010), yang menyatakan skor nilai rata-rata ketengikan mi hotong instan meningkat selama 25 hari penyimpanan.

Peningkatan aroma tengik diduga karena suhu penyimpanan yang terlalu tinggi dapat mempercepat reaksi oksidasi lemak. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa laju penurunan mutu paling tinggi terjadi pada suhu 48°C, yaitu 0,0414. Nilai penurunan mutu tertinggi pada perbedaan suhu sejumlah 10°C (Q_{10}) terjadi pada kisaran suhu 38–48°C. Suhu tinggi menyebabkan asam lemak tidak jenuh terurai sehingga rantai



Gambar 3 Grafik perubahan aroma tengik mi jagung-singkong kering selama penyimpanan.

Tabel 4 Perhitungan perubahan aroma tengik setiap 10°C (Q_{10})

Suhu (°C)	Persamaan regresi	Konstanta (a)	Slope (b)	Laju penurunan mutu (k)	Q_{10}
8	$y = 4,49 + 0,035x$	4,49	0,035	0,0356	1,035
28	$y = 4,51 + 0,039x$	4,51	0,039	0,0386	1,056
38	$y = 4,52 + 0,040x$	4,52	0,040	0,0400	1,084
48	$y = 4,55 + 0,041x$	4,55	0,041	0,0414	

ikatan rangkap terputus menyebabkan jumlah asam lemak bebas meningkat dan membentuk peroksida yang mengalami degradasi menjadi senyawa aldehida yang mudah menguap menyebabkan bau tengik (Edwar *et al.* 2011).

Perubahan Warna selama Penyimpanan

Warna pada makanan cenderung berubah selama penyimpanan. Nilai sensoris warna mi kering jagung singkong mengalami penurunan, meskipun tidak berbeda secara nyata pada perbedaan suhu penyimpanan ($P>0,05$). Penurunan nilai warna secara hedonik berada dalam kategori suka pada minggu ke-0 menjadi netral pada minggu ke-8 (Tabel 1). Perubahan nilai hedonik terhadap warna mi jagung-singkong kering selama penyimpanan pada masing-masing suhu dapat dilihat pada Gambar 4.

Laju penurunan mutu warna produk tertinggi terjadi pada suhu 48°C, yaitu 0,0600. Nilai penurunan mutu tertinggi pada perbedaan suhu sebesar 10°C (Q_{10}) terjadi pada kisaran suhu 38–48°C, yaitu 1,074 (Tabel 5), diduga karena tingginya suhu dan lamanya penyimpanan dapat mempercepat penurunan warna pada produk pangan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Palupi (2010) yang menyatakan bahwa nilai warna pada mi jagung berubah dalam kategori sangat suka menjadi tidak suka dari hari ke-0 hingga hari ke-35 pada suhu penyimpanan 37°C, yaitu 9,4 (sangat suka) menjadi 5,9 (tidak suka) pada suhu penyimpanan 45°C, yaitu 9,7 (sangat suka) menjadi 5,7 (tidak suka) dan pada suhu penyimpanan 50°C, yaitu 9,8 (sangat suka) menjadi 5,7 (tidak suka).

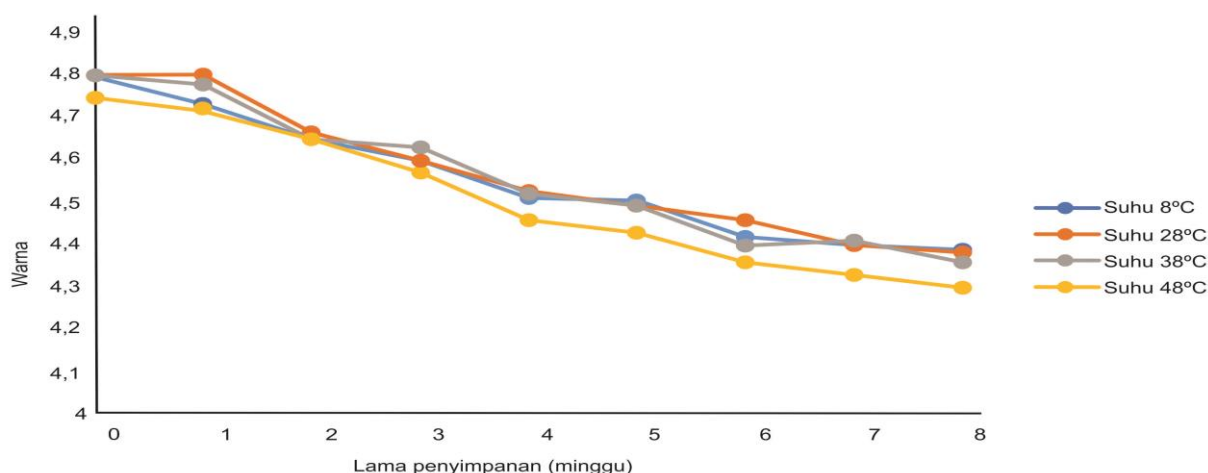
Mi jagung-singkong kering memiliki warna kuning alami yang berasal dari pigmen karotenoid pada

tepung jagung. Menurut Palupi *et al.* (2010) pigmen karotenoid sangat sensitif terhadap pengaruh fisik selama penyimpanan dan mudah rusak akibat panas (warna akan memudar). Pigmen karotenoid adalah senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang sensitif mengalami oksidasi karena suhu tinggi dan oksigen. Selain itu, pudarnya warna mi jagung-singkong diduga karena sel-sel pigmen karotenoid rusak selama proses pemanasan (Limantara & Reni 2009).

Perubahan Rasa selama Penyimpanan

Suhu penyimpanan yang berbeda tidak berpengaruh nyata pada nilai sensoris rasa mi jagung-singkong kering selama penyimpanan ($P>0,05$), tetapi cenderung mengalami penurunan dari 4,97–5,03 (suka) pada minggu ke-0 menjadi 4,43–4,4 (netral) pada minggu ke-8 (Gambar 5).

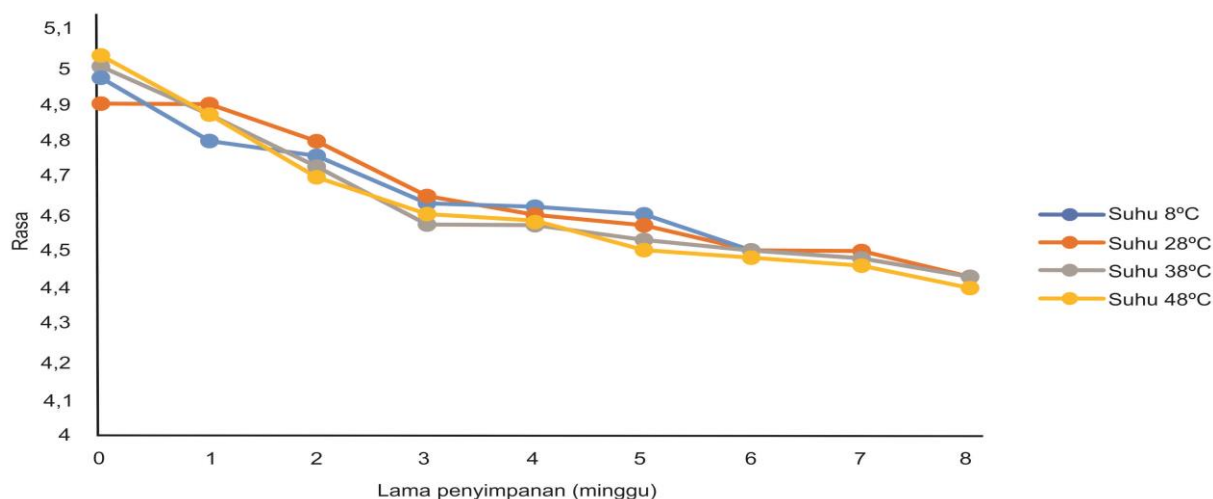
Penurunan kesukaan rasa pada mi jagung-singkong kering mulai terjadi pada minggu ke dua penyimpanan yang sebanding dengan peningkatan asam lemak bebas yang juga mulai terjadi pada minggu kedua penyimpanan. Dari Tabel 6 diketahui bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju penurunan mutu produk mi jagung-singkong kering semakin meningkat dan laju penurunan mutu paling tinggi terjadi pada suhu 48°C, yaitu 0,069. Nilai penurunan mutu tertinggi pada perbedaan suhu sebesar 10°C (Q_{10}) terjadi pada kisaran suhu 38–48°C, yaitu 1,083. Menurut Edwar *et al.* (2011) penyimpanan produk pangan pada kondisi suhu tinggi akan menghasilkan pembentukan senyawa oksidatif yang dapat menimbulkan rasa tidak enak pada bahan pangan. Suhu penyimpanan yang tinggi dapat mempercepat reaksi oksidasi dan hidrolisis pada lemak.



Gambar 4 Grafik perubahan warna mi jagung-singkong kering selama penyimpanan.

Tabel 5 Perhitungan perubahan warna setiap 10°C (Q_{10})

Suhu (°C)	Persamaan regresi	Konstanta (a)	Slope (b)	Laju penurunan mutu (k)	Q_{10}
8	$y = 4,77 - 0,053x$	4,77	-0,053	0,0526	1,028
28	$y = 4,79 - 0,057x$	4,79	-0,057	0,5650	1,034
38	$y = 4,79 - 0,058x$	4,79	-0,058	0,0584	1,074
48	$y = 4,75 - 0,060x$	4,75	-0,060	0,0600	



Gambar 5 Grafik perubahan rasa mi jagung-singkong kering selama penyimpanan.

Tabel 6 Perhitungan perubahan rasa setiap 10°C (Q_{10})

Suhu (°C)	Persamaan regresi	Konstanta (a)	Slope (b)	Laju penurunan mutu (k) (per minggu)	Q_{10}
8	$y = 4,89 - 0,062x$	4,89	-0,062	0,060	1,029
28	$y = 4,90 - 0,063x$	4,90	-0,063	0,065	1,030
38	$y = 4,89 - 0,066x$	4,89	-0,066	0,067	1,083
48	$y = 4,91 - 0,072x$	4,91	-0,072	0,069	

Asam lemak bebas (ALB) yang dihasilkan dari proses hidrolisis dan oksidasi dapat menghasilkan cita rasa yang tidak enak pada mi jagung-singkong kering.

Produk tepung bumbu hasil penelitian Wasono *et al.* (2014) juga mengalami penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa selama penyimpanan pada empat suhu (30, 35, 40, dan 55°C). Menurut Wasono *et al.* (2014) penurunan tingkat kesukaan ini disebabkan oleh perubahan aroma produk karena penguapan komponen *volatile* pembentuk *flavor*.

KESIMPULAN

Terjadi perubahan mutu fisikokimia dan organoleptik mi jagung-singkong kering yang disimpan selama 8 minggu. Mi jagung-singkong kering mengalami peningkatan asam lemak bebas (0,029–0,038%), serta penurunan kadar air (0,05–0,23%) dan tingkat penerimaan panelis pada warna, rasa, dan aroma. Perbedaan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan asam lemak bebas, nilai organoleptik warna, rasa, dan aroma, tetapi berpengaruh nyata pada penurunan kadar air. Suhu yang direkomendasikan untuk penyimpanan mi jagung-singkong kering berkisar antara 28–38°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna, Ir. Sumartini,

MP (Universitas Pasundan), Enny Solichah, M.Sc, Novita Indrianti, M.Sc, dan semua anggota Tim Tematik Pengembangan Mi Non-Gandum yang telah membantu dan mendukung kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Analysis of the Association of Official Agriculture Chemistry. 2005. Official Method of Analysis. Gaithersburg (US): Maryland AOAC International.
- [APTINDO] Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia. 2012. Industri Tepung Terigu Indonesia. [Internet]. [diunduh 2014 Desember 12]. Tersedia pada: <http://www.apindo.or.id/>.
- Agustia FC, Subardjo YP, Sitasari A. 2016. Formulasi dan Karakterisasi Mi Bebas Gluten Tinggi Protein Berbahan Pati Sagu yang Disubstitusi Tepung Kacang-kacangan. *Jurnal Gizi Pangan*. 11(3): 183–190.
- Ansar, Rahardjo B, Noor Z, dan Rochmadi. 2006. Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Udara Terhadap Kelarutan *Tablet Effervescent*. *Majalah Farmasi Indonesia*. 17(2) : 63–65.
- Ashgar A, Zia M. 2016. Effects of Xanthan Gum and Guar Gum on the Quality and Storage Stability of Gluten Free Frozen Dough Bread. *American Journal of Food and Nutrition*. 6(4): 107–112.

- Afifah N, Ratnawati L. 2017. Quality Assesment of Dry Noodles Made from Blend of Mocaf Flour, Rice Flour, dan Corn Flour. *Proceeding of International Conference on Natural Product and Bioresource Science*. IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science 101(2017): 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012021>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Nilai Impor Gandum Nasional. [Internet]. [diunduh 2018 Januari 3]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id/>.
- Darmajana DA, Ekafitri R, Kumalasari R, Indrianti N. 2016. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Tepung Jagung terhadap Karakteristik Fisikokimia Mi Jagung Instan. *Jurnal Pangan*. 25(1): 1–12.
- Edwar Z, Suyuthie H, Yerizie IE, Sulastris D. 2011. Pengaruh Pemanasan Terhadap Kejenuhan Asam Lemak Minyak Goreng Sawit dan Minyak Goreng Jagung. *Journal of the Indonesian Medical Association*. 61(6): 248–252.
- Elisabeth DAA, Setijorini LE. 2016. Pendugaan Umur Simpan Mi Kering dari Tepung Komposit Terigu, Keladi, dan Ubi Jalar. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi* 17(1): 20–28.
- Ekafitri R, Kumalasari R, Indrianti N. 2011. Karakterisasi Tepung Jagung dan Tapioka Serta Mie Instan Jagung yang Dihasilkan. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-IV* Tanggal 29–30 November 2011. Bandar Lampung (ID).
- Ekafitri R, Indrianti N, Kumalasari R, Darmajana DA. 2012. Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Pada Pembuatan Mie Instan Jagung Terhadap Nilai Gizi. *Jurnal Pangan*. 21(4): 363–374.
- Gull A, Kamlesh P, Kumar P. 2016. Quality Changes in Functional Pasta during Storage in Two Different Packaging Materials: LDPE and BOPP. *Journal of Food Processing and Preservation*. 41(5): 1–7.
- Imaningsih N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Jurnal Penelitian Gizi Makanan*. 35(1): 13–22.
- Juniawati. 2003. Optimasi Proses Pengolahan Mi Jagung Instan Berdasarkan Preferensi Konsumen. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kumalasari R, Darmajana DA, Indrianti N, Ekafitri R. 2013. Perbandingan Metode Dehidrasi : Pengeringan dan Penggorengan Pada Proses Pembuatan Mi Jagung Instan. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 8(1): 35–46.
- Krisstiana H. 2014. *Uji Organoleptik Bahan Pangan*. Citra Aditya Bakti: Yogyakarta (ID): ISBN 9786022342861.
- Kusnandar F, Adawiyah DR, Fitria M. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XXI(2): 117–122.
- Labuza, TP. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Westport, Connecticut (US): Food and Nutrition Press.
- Labuza TP, Riboh D. 1982. Theory and application of arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in food. *Jurnal food technology*, vol. 36: 66–74. dalam Elisabeth DAA, Setijorini LE. 2016. Pendugaan Umur Simpan Mi Kering dari Tepung Komposit Terigu, Keladi, dan Ubi Jalar. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 17(1): 20–28.
- Limantara L, Reni SK. 2009. Isomerisasi dan Oksidasi Senyawa Karotenoid dalam Buah Kelapa Sawit Selama Pengolahan CPO. *Indonesian Journal of Chemistry*. 9(1): 48–53.
- Palupi NS, Kusnandar F, Adawiyah DR, Syah D. 2010. Penentuan Umur Simpan dan Pengembangan Model Diseminasi dalam Rangka Percepatan Adopsi Teknologi Mi Jagung bagi UKM. *Jurnal Manajemen IKM*. 1: 42–52.
- Petrou AL, Roulia M, Tampouris, K. 2002. The use of the Arrhenius Equation in The Study of Deterioration and of Cooking of Food-Some Scientific and Pedagogic Aspect Chemistry Education. *Journal Research and Practice in Europe*. 3(1): 87–97. <https://doi.org/10.1039/B1RP90042K>
- Pato U, Yusuf Y, Isnaini RF, Dira DM. 2016. The Quality of Instant Noodles Made from Local Corn Flour and Tapioca Flour. *Journal Advance Agricultural Terchnology*. 3(1): 18–23.
- Riyanto R, Supriadi, Suparmo, Heruwati ES. 2012. Persamaan Prediksi Umur Simpan Filet Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang dikemas Vakum dalam HDPE. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 7(2): 105–116.
- Ratnaningsih, Permana AW, Richana N. 2010. Pembuatan Tepung Komposit dari Jagung, Ubikayu, Ubijalar, dan Terigu (Lokal dan Impor) untuk Produk Mi. Dalam *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. ISBN: 978-979-8940-29-3. 421–432.
- Sugiyono SE, WibowoS, Koswara, Herodian S, Widowati S, Santosa BAS. 2010 Pembuatan Mi Instan dari Buru Hotong (*Setaria italic (L.) Beauv.*) dan Pendugaan Umur Simpan Mi Hotong Instan dengan Metode Akselerasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XXI(1): 45–50.
- [WINA] World Instant Noodles Assosiation. 2017. Global Demand for Instant Noodles. [Internet]. [diunduh 2017 Maret 9]: Tersedia pada: <http://instantnoodles.org/en/noodles/market.html>.
- Wasono MSE, Yuwono SS. 2014. Pendugaan Umur Simpan Tepung Pisang Goreng Menggunakan

- Metode Accelerated Shelf Life Testing. *Jurnal pangan dan agroindustri*. 2(4): 178–187.
- Widyastuti E, Claudia R, Estiasih T, Ningtyas DW. 2015. Karakteristik Biskuit Berbasis Tepung Ubi Jalar Oranye (*Ipomoea Batatas L.*), Tepung Jagung (*Zea Mays*) Fermentasi, dan Konsentrasi Kuning Telur. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(1): 9–20. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2015.016.01.02>
- Yoon JW, Ahn SI, Kim HN, Park JH, Park SY, Kim JH, Oh DG, Jhoo JW, Kim GY. 2017. Qualitative Characteristics and Determining Shelf-Life of Milk Beverage Product Supplemented with Coffee Extracts. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 37(2): 305–312. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.305>